 ©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Über die Abhängigkeit des Diffusionscoëfficienten der Gase von der Temperatur.

Von **A. v. Obermayer.**

(Mit 2 Tafeln.)

Exacte Versuche über die Diffusion von Gasen ohne poröse Scheidewände hat zuerst Herr Professor Loschmidt[1] angestellt An diese Versuche schliessen sich solche von Wretschko[2] und Benigar[3] über die Diffusion von Gasgemischen. Es wurde zu den letzteren derselbe Apparat benützt, der auch zu den Versuchen Loschmidt's gedient hatte.

Das Ergebniss dieser Versuche war zunächst die Bestätigung der theoretischen Voraussetzungen, die über die Diffusion von Gasen ohne Scheidewände gemacht wurden, und die von Stefan[4] in der Abhandlung: „Über das Gleichgewicht und die Bewegung insbesondere die Diffusion von Gasgemengen" entwickelt sind. Weiters wurde von Loschmidt auch die Abhängigkeit des Diffusionscoëfficienten von der Temperatur in Betracht gezogen und hiezu drei Gascombinationen dem Versuche unterworfen.

Die nicht auf 76 Cm. reducirten Mittelwerthe von k, für die verschiedenen Temperaturen und Gascombinationen, sowie die daraus abgeleiteten Werthe des Exponenten n, welcher die Abhängigkeit des Diffusionscoëfficienten von der absoluten Temperatur characterisirt, sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten.

---

[1] Loschmidt, Experimentaluntersuchungen und die Diffusion von Gasen ohne poröse Scheidewände. I, Sitzb. Bd. LXI, S. 367. II, Sitzb. Bd. LXII, S. 468.

[2] Wretschko, Experimentaluntersuchungen über die Diffusion von Gasgemengen. Sitzb. Bd. LXII, S. 575.

[3] Benigar, Experimentaluntersuchungen. Sitzb. Bd. LXII, S. 687.

[4] Stefan, Sitzb. Bd. LXII, 187.

	k	abs. Temp.			n Mitt.
Kohlensäure—Luft	0·05922	290·0			
	0·05034	273·0	2·18	1·79	1·98
	0·04362	252·0			
Kohlensäure—Wasserstoff	0·2211	286·2			2·10
	0·2003	273·0	2·10	—	
Sauerstoff—Wasserstoff.	0·2882	284·4			
	0·2549	273·3	1·98	1·45	1·71
	0·2369	252·0			

Die Mittelwerthe von n sind insoferne unsicher, als sie aus zwei sehr weit differirenden Zahlen gebildet sind.

Die dynamische Gastheorie[1] führt bezüglich des Diffusionscoëfficienten zur Potenz $^3/_2$ bezüglich des Reibungscoëfficienten zur Potenz $^1/_2$ der absoluten Temperatur; für den Diffusionscoëfficienten ist hiernach der Exponent der absoluten Temperatur gerade um Eins grösser, als für den Reibungscoëfficienten.

Nun haben Versuche über die Abhängigkeit des Coëfficienten der inneren Reibung der Gase von der Temperatur,[2] für die bisher permanent genannten Gase, den Exponenten $^3/_4$, und für die bisher als coërcibel bezeichneten Gase, einen Exponenten nahe Eins ergeben.

Die oben gegebene Zusammenstellung der Loschmidt'schen Versuche lässt vermuthen, dass für die Diffusionscoëfficienten die Potenz n der absoluten Temperatur gerade um Eins höher, als bei den Reibungscoëfficienten anzunehmen ist. Durch Anwendung grösserer Temperatursintervalle, als in den Loschmidt'schen Versuchen, war ich bestrebt, diese Vermuthung zu bestätigen. Ich habe fünf Gascombinationen dem Versuche unterworfen und dafür folgende Werthe des Diffusionscoëfficienten bei 0° C. und Normalbarometerstand, und des Exponenten n erhalten. Zum Vergleiche führe ich auch die, von Loschmidt erhaltenen, absoluten Werthe der Diffusionscoëfficienten bei 0° und Normalbarometerstand, sowie die früher aus den Loschmidt'schen Versuchen abgeleiteten Werthe von n an.

---

[1] Stefan, Sitzb. Bd. LXV

[2] Obermayer, Sitzb. Bd. LXXIII. — Puluj, Sitzb. Bd. LXXIII.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

	k(Oberm.)	k(Losch.)	n(O.	n(L.)
Luft—Kohlensäure	0·04857	0·05123	1·968	1·98
Wasserstoff—Sauerstoff	0·24360	0·25980	1·755	1·71
Kohlensäure—Stickoxydul	0·03314	0·03539	2·050	—
Kohlensäure—Wasserstoff..	0·19572	0·20010	1·742	—
Sauerstoff—Stickstoff	0·06392	—	1·792	—

Zum Vergleiche stelle ich noch die Exponenten zusammen, welche die Abhängigkeit des Coëfficienten der inneren Reibung von der absoluten Temperatur characterisiren. Sie sind alle auf den Ausdehnungscoëfficienten $\frac{1}{273}$ bezogen.

Wasserstoff.	0·699
Stickstoff	0·738
Luft	0·760
Sauerstoff..	0·797
Kohlensäure.	0·951
Stickoxydul	0·939
Äthylchlorid	1·044

Aus den von mir, aus den Diffusionscoëfficienten bei verschiedenen Temperaturen gerechneten Werthen von n, geht mit Bestimmtheit hervor, dass dieser Exponent, für die bisher permanent genannten Gase ungefähr $1^3/_4$; für die coërciblen Gase, nahe 2 ist. Die Versuche erstrecken sich aber über zu wenig Gascombinationen, um Aufschluss zu geben, was über den Werth von n entscheidet, wenn ein permanentes und ein coërcibles Gas in einander diffundiren.

Schliesslich muss ich hervorheben, dass die Versuche mit einem, von dem Loschmidt'schen abweichend construirten Apparate angestellt sind.

Statt eines Schiebers wurde ein Hahn benützt, weil sich derselbe viel leichter herstellen und verlässlicher dichten lässt; während die Weite der Diffusionsröhren bei Loschmidt 26 Mm. beträgt, ist dieselbe bei meinem Apparate blos 13 Mm.

Nach den Versuchen von Stefan über Verdampfung ist die Diffusion in Gasen unabhängig vom Querschnitt der cylindrisch vorausgesetzten Diffusionsgefässe. Die Abweichung zwischen den

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

absoluten Werthen, die ich und Herr Prof. Loschmidt finden und die bis zu je $6^0/_0$ ansteigt, lässt sich daher aus den verschiedenen Querschnitten der beiden Apparate nicht erklären. Wenn sich dagegen der Hahn nicht genau in die Verlängerung der beiden Rohrhälften stellt, so bedingt dies einen Fehler, der aber bei der Genauigkeit, mit der der Apparat gearbeitet war, nicht leicht $6^0/_0$ betragen kann. Ich gedenke daher nach einer zweiten Methode mit einem Rohre von 13 Mm. innerer Weite einige absolute Werthe zu bestimmen.

Ich habe der nachfolgenden Abhandlung noch zwei Tabellen angefügt; die eine gibt die Dichtenvertheilung im Apparate zu verschiedenen Zeiten des Diffusionsprocesses, die zweite dient zur Berechnung der Versuche. Beide Tabellen sind auf ähnlich construirte Apparate von beliebiger Länge anwendbar.

Der Apparat.

Der zu den Versuchen verwendete Apparat ist auf Taf. 1, Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt. Er besteht aus zwei roh durchgebohrten Gewehrläufen aus Bessemerstahl *A* und *B*, die in ein gusseisernes Hahnlager *D* eingeschraubt sind, und dem in demselben beweglichen, 36 Mm. im Durchmesser haltenden Stahlhahn *C*, *D* und *C*, sind auf die innere Weite der beiden Läufe, d. i. 13 Mm., durchgebohrt und dann mit den eingeschraubten Läufen zusammen nachgeschmirgelt.

Am Hahnkörper *C* ist durch einen Stahlstift eine Stahlscheibe *E* festgehalten, welche mit einem am Umfange gelegenen Ausschnitte gegen einen Stahlstift stösst, der in *D* eingeschraubt ist. Ausschnitt und Stahlstift begrenzen die Drehung des Hahnes auf circa 90° und sollen es möglich machen, die Bohrung des Hahnes genau in die Verlängerung der Laufbohrungen zu bringen. Es war dies am Apparate so ziemlich gut erreicht. Im Laufe des Gebrauches hat sich der Ausschnitt um 0·1 Mm. etwa, erweitert, so dass der Hahn innen ganz unmerklich vorstand. Das Nachschleifen des Hahnes scheint kein merklich tieferes Eindringen desselben herbeigeführt zu haben.

Die obere Hälfte des Diffusionsrohres ist durch den Hahn H_4, die untere durch den Dreiweghahn H_3 geschlossen. Die Hähne und

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

die Läufe sind dort, wo ihre Endflächen innen anliegen mit Platinblech gedichtet.

Von der ebenen Fläche *a* des Hahnes H_3 im Innern des Laufes bis zur Mitte *b* der Mantelfläche des Hahnes *C*, ferner von hier durch den Hahn hindurch, bis zur ebenen Fläche *c* des Hahnes H_4 im Inneren der Läufe, war der Abstand je 0·4331 Mtr.

Die Gleichheit der Abstände wurde durch Abfeilen der ebenen Fläche des Dreiweghahnes erreicht. Das Quecksilbergewicht, welches die beiden Hälften des Apparates erfüllt, ist nahezu gleich. Die schädlichen Räume gestatten eine vollkommen scharfe Bestimmung nicht.

Der Hahn *C* hat folgende Bohrungen:

1. Die schon erwähnte Querbohrung von 13 Mm. Weite;
2. eine enge gebrochene Bohrung, welche bei der in Fig. 1 gezeichneten Stellung die untere Hälfte *B* des Apparates mit einem in der Achse des Hahnkörpers eingeschraubten Hahn H_1 verbindet;
3. die Bohrung 3;
4. die Bohrung 4, welche durch den Hahn H_2 abgeschlossen ist Dieser Hahn ist zur Verringerung des schädlichen Raumes in dieser aus der Figur ersichtlichen Art angeordnet worden. Der Stiel dieses Hahnes läuft durch das ausgebohrte Stahlstück *U*, durch die am Ende desselben befestigte Stopfbüchse und kann durch die Handhabe *G* gedreht werden.

Das Stahlstück *U* ist in den Hahnkörper *C* eingeschraubt, drückt auf eine Feder *t*, die auf den Hahn H_2 wirkt. Durch eine Versicherungsschraube wird das Drehen von *U* in den Schraubengewinden verhindert. Die Dichtung ist hier eine Pappendeckelscheibe. Das Stahlstück *U* trägt ferner den Gasauslass *O* und eine Handhabe *N* zum Drehen des Hahnes *C*.

Der Hahn H_1 und das Stahlstück *U* laufen durch Stopfbüchsen, die in den Wänden eines kupfernen Kastens *Q* angebracht sind, welcher den ganzen Apparat umgibt und zur Aufnahme von geschmolzenem Paraffin dient. Der über einen Meter lange Kasten ist aus zwei Theilen, die durch eine Dichtung und Schrauben *PP* zusammengehalten werden, zusammengesetzt. Im Inneren befinden sich vier Heizröhren. Er hat ferner einen seitlichen Einguss

und eine Öffnung im Boden, welche durch eine, mit dem Dreiweghahn H_3 verbundenen Platte verschlossen wird. Er ist von einer Holzbekleidung umgeben.

Der Dreiweghahn H_3 führt einerseits zu einem Gasauslasse 0_2, andererseits stellt er die Verbindung mit einem Kautschukschlauch (mit Hanfeinlage) her, welcher mit einem Quecksilber enthaltenden Gefässe *R*, Fig. 2, verbunden ist, das mittelst einer Schnur und Rolle gehoben werden kann. Für gewöhnlich steht das Quecksilbergefäss so, dass das Niveau des Quecksilbers etwas unter der Öffnung 0_2 liegt.

Die Versuche.

Bei den anfänglichen Versuchen Luft—Kohlensäure, fehlte der Hahn H_2. Es wurde zum Füllen des Apparates trockene Luft durch die Öffnung O_2 und den Hahn H_4 geleitet. Dabei war *C* so gestellt, dass die beiden Hälften des Apparates mit einander in Verbindung standen. Nach einer halben Stunde wurde *C* in die Stellung gedreht wie sie Fig. 1 dargestellt ist und dann die Kohlensäure bei O_2 ein- und bei H_1 herausgeleitet. Hinter H_4 und H_1 waren Chlorcalciumröhren eingeschaltet, welche die Gase zu durchströmen hatten, ehe sie durch Wasser ins Freie traten.

Nachdem der Hahn H_2 angebracht war, konnte das leichtere Gas durch die obere Hälfte, das schwerere gleichzeitig durch die untere Hälfte geleitet werden. Das Durchleiten der Gase wurde $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde fortgesetzt. Nach dem Absperren des Hahnes an jener Seite, wo das Gas eintrat, wurden die Glasröhren aus dem Wasser gezogen, die capillaren Fäden entfernt, die entsprechenden Hähne geschlossen und der Barometerstand abgelesen. Er gibt den Druck, unter dem die Diffusion vor sich geht.

Vor jedem Füllen des Apparates mit den Gasen war derselbe zuvor, durch Ausblasen mit einer kleinen Handluftpumpe sorgfältig von etwa darin zurückgebliebenem Quecksilber befreit worden.

Nach dem Verschliessen des Apparates wurde zwanzig Minuten gewartet und sodann der Hahn *C* in die Verbindung beider Hälften des Apparates gedreht. Die Zeit wird gezählt vom

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Beginn des Drehens dieses Hahnes bis zum Beginne des Drehens des Hahnes zum Abschlusse der beiden Hälften.

Zum Entleeren der Gase aus den beiden Hälften des Apparates, wurden mit den Hähnen H_4 und H_1 Kautschukschläuche und Glasröhren verbunden, die mit Quecksilber gefüllt sind und in Quecksilberwannen reichen. Der gesammte Inhalt je einer Hälfte des Apparates wird von den Auffanggefässen V aufgenommen. Zuerst wird die untere Hälfte durch Einlassen des Quecksilbers aus R und den Hahn H_1, dann die obere Hälfte durch den Hahn H_4 entleert.

Aus den Auffanggefässen wurden die Gase in die Absorptionsröhren oder Eudiometer überleert und von jeder Hälfte des Apparates mindestens zwei Analysen gemacht. Es waren stets vier Analysen gleichzeitig im Gange. Die Übereinstimmung der Analysen lässt allerdings Einiges zu wünschen übrig.

Von den Versuchen wurden alle jene verworfen, bei denen die Summe der Procentgehalte der beiden Hälften des Apparates an einem und demselben Gase, um mehr als 1% von der Einheit abwich. Wenn zwei Gasanalysen desselben Gasgemisches um mehrere Procente von einander abwichen, so wurden jene Gasanalysen ausgeschieden, die zum Mittel aus den Gasanalysen der anderen Hälfte, addirt mehr als 1·01 oder weniger als 0·99 geben. So wurden z. B. die gesammten Versuche über die Diffusion von Kohlenoxyd—Sauerstoff verworfen, weil der aus der Contraction nach dem Verpuffen gerechnete und der durch Absorption der Kohlensäure bestimmte Gehalt an Kohlenoxyd, um mehr als 1% differirten.

Zu den Versuchen, die bei der Zimmertemperatur ausgeführt wurden, ist nur zu bemerken, dass ausserhalb des Kastens stets eine Temperaturdifferenz von mehreren Zehntelgraden beobachtet wurde, je nachdem das Thermometer oberhalb oder unterhalb des vertical stehenden Kastens aufgestellt wurde.

Die Versuche mit Kältemischung, die ich unternahm, sind sämmtlich verunglückt, weil der Schnee bereits zu breiig geworden war.

Zu den Versuchen bei höherer Temperatur wurde reinstes Paraffin von Hochstetter u. Comp. in Wien mit 61·5°C. Schmelzpunkt verwendet. Es waren 25 Klgr. Paraffin erforderlich, um den

Kasten zu füllen. Das Paraffin wurde in einem Weissblechgefässe eingeschmolzen, bis 67° C. abkühlen gelassen und dann in den Kasten des Apparates eingelassen. Als bei den ersten Versuchen im Paraffinbade das Paraffin mit 75°C. in den Kasten gelassen wurde, drang es in den Apparat ein und verdarb die Versuche.

Um sicher zu sein, dass die aus dem Kasten hervorragenden Theile des Apparates keine Störungen im Temperaturgleichgewichte desselben verursachen, waren drei Luftbäder L_1 L_2 und L_3 angebracht, die durch untergesetzte kleine Brenner auf der Schmelztemperatur des Paraffins erhalten wurden. Diese Bäder verhinderten das Erstarren des Paraffins an den Wänden, wo sie anliegen, zwar nicht, aber die erstarrten Schichten waren stets sehr dünn. Namentlich auf dem Boden erstarrte stets nur sehr wenig Paraffin.

Das Einfüllen der Gase geschah, wenn die Temperatur nahe bis zur Schmelztemperatur 61·5° C. gesunken war. Während des Durchleitens der Gase fand der vollständige Temperaturausgleich statt. Die Gase nehmen während des Durchleitens bereits die Temperatur des Apparates an. Die capillaren Wasserfäden in den Enden der Röhren, bei denen die Gase ausströmmen gelassen wurden, verschoben sich nicht, nachdem die Hähne dort geschlossen waren, wo das Gas in den Apparat eintrat.

Im Paraffinbade wurden stets mehrere Versuche nacheinander ausgeführt. Vor jedem neuen Versuche wurde das Paraffin auf 67° C. erhitzt, um eine etwaige Abkühlung der Stahlröhren durch das beim Ausleeren des Apparates eingelassene Quecksilber aufzuheben. Zu zwei bis drei aufeinander folgenden Versuchen im Paraffinbade waren 9 bis 10 Stunden nöthig während dieser Zeit war der Kasten des Apparates durch 5 bis 6 Stunden mit Paraffin gefüllt.

Um noch grössere Temperaturdifferenzen zu erzeugen, wollte ich anfänglich siedendes Wasser anwenden, bin aber davon abgekommen, weil ich doch fürchtete der Apparat könnte durch dessen Anwendung leiden. Ich habe ferner andere Fette auf ihr Verhalten beim Erstarren geprüft, indem ich sie nach einander in dasselbe Becherglas einschmolz, ein Thermometer hineinsteckte und den Gang der Temperatur während des Abkühlens beobachtete. Während das Thermometer in Paraffinen von 52·8°C., 55·8°C., 61·5°C. Schmelzpunkt, auf diesen Temperaturen durch nahe

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

10 Minuten stationär blieb, erhielt es sich in Karaubawachs von 72°C. Schmelzpunkt nur durch 2 Minuten, in Ceresin 69·8°C. durch 2 Minuten; in rohem Erdwachs verlangsamte sich blos der Gang der Temperatur in der Nähe von 67·2°C.

Theoretische Behandlung der Versuche.

In der Abhandlung über das Gleichgewicht und die Diffusion von Gasgemischen definirt Stefan[1] den Diffusionscoëfficienten als dasjenige Gasvolumen, welches per Flächeneinheit, in der Zeiteinheit, durch eine Gasschichte hindurchtritt, in welcher per Längeneinheit der Dicke eine Druckdifferenz $p_0 = 76$ Cm. herrscht. Diese Definition kann auch so geschrieben werden:

$$k = \frac{V}{F.t.\frac{1}{p_0}\frac{\Delta p}{\Delta l}} = \frac{\text{Quadrat d. Längeneinheit}}{\text{Zeiteinheit.}}$$

Als Längeneinheit habe ich meinen Versuchen den Meter, als Zeiteinheit die Stunde zu Grunde gelegt. Es werden hiedurch meine Zahlen mit den von Herrn Prof. Loschmidt gefundenen direct vergleichbar.

Die für Gase gegebenen Diffusionscoëfficienten sind jedoch nicht mit jenen für die Diffusion von Gasen oder Salzen in Flüssigkeiten direct vergleichbar, denn k ist in diesem Falle:

$$k = \frac{m}{F.t.\frac{\Delta \varrho}{\Delta x}} = \frac{\text{Quadrat d. Längeneinheit}}{\text{Zeiteinheit}}$$

Die Masse des Gases oder Salzes, welches in der Zeiteinheit, bei einem Gefälle der Dichte Eins, durch eine Flächeneinheit eines Querschnittes geht.[2]

Zur Reduction eines bei einem Barometerstand b und einer Temperatur $t°$ C. gefundenen Diffusionscoëfficienten auf den Normalbarometerstand und eine andere Temperatur t_0 wurde die

[1] J. Stefan, Über das Gleichgewicht und die Bewegung; insbesondere die Diffusion von Gasgemengen, Sitzb. Bd. LXIII, 1871.

[2] J. Stefan, Über die Diffusion der Kohlensäure durch Wasser und Alkohol, Sitzb. Bd. LXXVII, 1878.

Formel angewendet:

$$k_0 = k \frac{b}{76} \left(\frac{a+t}{a+t_0} \right)^n$$

wobei n von 2 nicht viel verschieden und $a = 273$ ist.

Aus den bei zwei Temperaturen t und t' bestimmten Diffusionscoëfficienten k und k' wurde n nach der Formel

$$n = \frac{\log k' - \log k}{\log (a+t') - \log (a+t)}$$

gerechnet.

Die Dichtenvertheilung der diffundirenden Gase in beiden Hälften des Apparates lässt sich nach der partiellen Differentialgleichung:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = k \frac{\partial^2 \rho}{\partial x^2}$$

bestimmen.

Die den Versuchen entsprechenden Nebenbedingungen sind:

Für $t = 0$ $\rho = a$ von $x = 0$ bis $x = l$
$\rho = 0$ von $x = l$ bis $x = 2l = L$

Für $x = 0$ $\frac{\partial \rho}{\partial x} = 0$

Für $x = L$ $\frac{\partial \rho}{\partial x} = 0$

Das entsprechende Integral ist:

$$\rho = \frac{a}{2} + \frac{2a}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \sin \frac{n\pi}{2} e^{-kt \left(\frac{n\pi}{L}\right)^2} \cos \frac{n\pi x}{L}.$$

In der nachfolgenden Tabelle ist die Dichtenvertheilung im Apparate von $\frac{l}{6}$ zu $\frac{l}{6}$ für kt als Argument ausgerechnet. Die Dichte ist in Volumspercenten angegeben. In Taf. II ist eine graphische Darstellung dieser Tabelle gegeben, aus der man sofort übersieht, wie die Menge der beiden Gase in den beiden Hälften sich mit der Zeit verändert.

Für Kohlensäure—Luft ist bei 76Cm und 0° C. der Diffusionscoëfficient 0·048. Nach einer Stunde ist also der Gehalt an Kohlensäure am Ende des Rohres 83·9%, bei 61·5° C., wo der

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Diffusionscoëfficient auf 0·072 gestiegen ist, hätte man bloss 74·7%. Für Wasserstoff-Sauerstoff $k = 0{\cdot}26$, ist nach einer Stunde die Diffusion schon nahezu vollendet.

Die Tabelle gilt auch für die Versuche des Herrn Prof. Loschmidt, wenn man die Werthe von kt durch den Factor $\left(\frac{L}{L'}\right)^2$ dividirt, worin: $L = 0{\cdot}8662$ M. die Länge meines; $L = 0{\cdot}9750$ M. die Länge des Loschmidt'schen Apparates ist. $\text{Log}\left(\frac{L}{L'}\right)^2 =$ $= 0{\cdot}8972272-1$.

Tabelle der Dichtenvertheilung im Diffusionsapparate, nach verschiedenen Zeiten.

kt	$x = 0$	$\frac{L}{12}$	$\frac{2L}{12}$	$\frac{3L}{12}$	$\frac{4L}{12}$	$\frac{5L}{12}$
0·005	1·0000	0·9999	0·9981	0·9849	0·9256	0·7648
0·010	0·9978	0·9944	0·9797	0·9372	0·8463	0·6951
20	0·9697	0·9591	0·9263	0·8600	0·7646	0·6406
30	0·9230	0·9101	0·8716	0·8077	0·7206	0·6154
40	0·8743	0·8620	0·8258	0·7673	0·6899	0·5987
0·50	0·8292	0·8182	0·7856	0·7336	0·6655	0·5858
60	0·7890	0·7792	0·7504	0·7045	0·6447	0·5750
70	0·7535	0·7448	0·7196	0·6793	0·6268	0·5657
80	0·7222	0·7147	0·6925	0·6572	0·6112	0·5575
90	0·6949	0·6882	0·6688	0·6378	0·5974	0·5504
0·100	0·6708	0·6650	0·6480	0·6208	0·5854	0·5442
110	0·6498	0·6447	0·6296	0·6059	0·5749	0·5388
120	0·6313	0·6269	0·6137	0·5929	0·5657	0·5340
130	0·6151	0·6112	0·5997	0·5814	0·5576	0·5298
140	0·6010	0·5975	0·5874	0·5714	0·5505	0·5261
0·150	0·5885	0·5855	0·5767	0·5626	0·5443	0·5229
160	0·5776	0·5750	0·5672	0·5549	5·5388	0·5201
170	0·5680	0·5657	0·5589	0·5481	0·5340	0·5176
180	0·5596	0·5576	0·5517	0·5422	0·5298	0·5154
190	0·5523	0·5505	0·5453	0·5370	5·5262	0·5135
0·200	0·5459	0·5443	0·5397	0·5324	0·5229	0·5119

Die Werthe von kt für $x = \frac{6L}{12} = l$ sind 0·50000.

Die Ergänzungen der Zahlen auf Eins geben die Dichte des zweiten diffundirenden Gases.

Durch die von Loschmidt und mir angestellten Versuche wird aber nicht die Dichtenvertheilung direct ermittelt, sondern die gesammte Menge des Gases in Volumspercenten, die sich nach einer bestimmten Zeit in einer Hälfte des Apparates findet. Es sind das die in Taf. II, von den Curven begrenzten Flächen.

Die Mengen desselben Gases u und o in der unteren und oberen Hälfte des Apparates sind gegeben durch:

$$u = \int_o^l \rho dx = \frac{al}{2} + \frac{4al}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} e^{-kt\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2} \sin^2 \frac{n\pi}{2}$$

$$o = \int_l^L \rho dx = \frac{al}{2} - \frac{4al}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^2} e^{-kt\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2} \sin^2 \frac{n\pi}{2}$$

Hieraus bildet man:

$$\frac{u-o}{u+o} = \frac{8}{\pi^2}\left\{\frac{1}{1} e^{-kt\left(\frac{\pi}{L}\right)^2} + \frac{1}{9} e^{-9kt\left(\frac{\pi}{L}\right)^2} + \frac{1}{25} e^{-25kt\left(\frac{\pi}{L}\right)} + \cdots\right\}$$

Für diese Formel habe ich eine Tabelle mit kt als Argument gerechnet. Es wurden drei Glieder der Reihe beibehalten.

Für die einzelnen Glieder der Reihe hat man:

kt	$n=1$	$n=3$	$n=5$	$n=7$
0·010	0·7107	0·0276	0·001210	0·0000026
0·020	0·6231	0·00084	0·000045	0·0000000
0·030	0·5463	0·00026	0·000017	
0·040	0·4789	0·00008	0·000000	

Für Werthe kleiner als $kt = 0{\cdot}010$ convergirt die Reihe nur sehr langsam.

Auszug aus der Tabelle zur Berechnung der Versuche.

kt	$\frac{o-u}{o+u}$	kt	$\frac{o-u}{o+u}$	kt	$\frac{o-u}{o+u}$
0·010	0·73844	0·040	0.47973	0.070	0·32279
11	72674	41	47338	71	31857
12	71459	42	46712	72	31441
13	70294	43	46096	73	31030
14	69173	44	45488	74	30624

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

kt	$\frac{o-u}{o+u}$	kt	$\frac{o-u}{o+u}$	kt	$\frac{o-u}{o+u}$
0·015	0·68091	0·045	0·44889	0·075	0·30223
16	67045	46	44298	76	29829
17	66030	47	43716	77	29439
18	65046	48	43141	78	29054
19	64088	49	42573	79	28674
0·020	0·63155	0·050	0·42014	0·080	0·28300
21	62245	51	41464	81	27930
22	61357	52	40919	82	27565
23	60469	53	40383	83	27204
24	59640	54	39853	84	26848
0·025	0·58808	0·055	0·39330	0 085	0·26503
26	57993	56	38816	86	26151
27	57197	57	38308	87	25809
28	56411	58	37805	88	25472
29	55641	59	37310	89	25139
0·030	0·54885	0·060	0·36822	0·090	0·24811
31	54143	61	36340	91	24486
32	53412	62	35865	92	24166
33	52694	63	35395	93	23851
34	51984	64	34933	94	23539
0·035	0·51293	0·065	0·34475	0·095	0·23231
36	50608	66	34025	96	22928
37	49934	67	33579	97	22628
38	49270	68	33141	98	22332
39	48617	69	32707	99	22041
				0·100	0·21753
				0·101	21469
				102	21188
				103	20911
				104	20638

Um die Tabelle auf einen Apparat von anderer Länge anzuwenden, hat man zu beachten, dass dieselbe dann statt kt, $kt\left(\frac{L}{L'}\right)^2$ gibt. Die aus der Tabelle genommenen Werthe von kt müssen durch $\left(\frac{L}{L'}\right)^2$ dividirt werden. Für den Loschmidt'schen Apparat muss vom Log. kt der Tabelle 0·8972272—1 abgezogen werden, um den Log. kt der Loschmidt'schen Versuche zu erhalten.

Wenn die Röhren des Apparates durch die Temperatur verlängert sind, dann gibt die Tabelle $\frac{kt.}{(1+\beta t)^2}$. Um also wegen

der Ausdehnung des Stahlrohres zu corrigiren, muss der aus der Tabelle genommene Werth mit $(1+\beta t)^2$ multiplicirt werden.

Rechnet man die Loschmidt'schen Versuche mit Zugrundelegung meiner Tabelle, so findet man Abweichungen bis zu $0{\cdot}2\,\%$; dieselben sind auf Rechnung der von Loschmidt angewendeten angenäherten Formel zu setzen.

Die beiden von mir ausgerechneten Tabellen gelten noch für eine zweite Methode zur Bestimmung des Diffusionscoëfficienten, die von Stefan[1] herrührt, und von ihm selbst in den Versuchen über Verdampfung, von Schuhmeister[2] in den Versuchen über Diffusion von Flüssigkeiten angewendet wurde.

Man lässt dabei über das Ende des Diffusionsrohres, welches mit einem bestimmten Gase gefüllt ist, das zweite Gas strömen, welches in das erstere diffundiren soll. Ich habe mit einem Glasapparate Versuche nach dieser Methode angestellt, bin aber davon aus dem Grunde abgegangen, weil der Glasapparat sich zur Analyse des, durch die Diffusion erhaltenen Gasgemenges unpraktisch erwies: Ich habe seither einen anderen Apparat construiren lassen, der besser entsprechen dürfte, bisher aber noch nicht experimentirt ist.

Das Integral der Differentialgleichung, welches die Vorgänge bei dieser Versuchsmethode darstellt, ist genau dasselbe, wie bei der früher besprochenen, auch von Loschmidt angewendeten Methode. Man hat nur statt $\frac{a}{2}$, a und statt L, $2l$ zu setzen. Es ist:

$$\rho = \frac{4a}{\pi}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{1}{n}\sin\frac{n\pi}{2}\,e^{-kt\left(\frac{n\pi}{2L}\right)}\cos\frac{\pi x}{2l}.$$

Schneidet man aus der Figur 1, Taf. II, das Rechteck *MON* heraus, so geben die hierin enthaltenen Curven, die Dichtenvertheilung im Apparate. Die längs *ON* angebrachte Bezifferung bezieht sich auf diese Dichten.

Für die Gasmenge, die nach einer bestimmten Zeit noch im Apparate enthalten ist, hat man:

[1] Stefan, Sitzb. Bd. LXVIII, 1873.

[2] Schuhmeister, Sitzb. Bd. LXXIX, 1879.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

$$Q = \frac{8al}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin^2\left(\frac{n\pi}{2}\right)}{n^2} e^{-kt\left(\frac{n\pi}{2l}\right)^2}$$

das ist

$$Q = \frac{8}{\pi^2}\left\{\frac{1}{1} e^{-kt\left(\frac{\pi}{2l}\right)^2} + \frac{1}{9} e^{-9kt\left(\frac{\pi}{2l}\right)^2} + \frac{1}{25} e^{-25kt\left(\frac{\pi}{2l}\right)} \cdot\right\}$$

also genau derselbe Ausdruck für Q, wie er bei der früheren Methode für $\frac{u-o}{u+o}$ gefunden wurde.

Ist also das Diffusionsrohr dieses Apparates genau 0·4331 Mtr. lang, so können die Zahlen der Tabelle unmittelbar benützt werden; sonst müssen die kt durch den mehrerwähnten Factor $\left(\frac{L}{L'}\right)^2$ dividirt werden.

Die Versuchsresultate.

In der nachfolgenden Zusammenstellung der Versuchsergebnisse sind in den ersten beiden Columnen, die durch die Gasanalysen gefundenen Volumpercentgehalte o und u in der oberen und unteren Hälfte des Apparates, nachdem die Diffusion durch eine, bei jedem Versuche bemerkte Zeit angehalten hat, angegeben. In der letzten Columne ist das aus der Tabelle genommene kt, welches dem Werthe von $\frac{u-o}{u+o}$ entspricht, angeführt. Darunter steht der auf 76 Cm. reducirte Diffusionscoëfficient auf die Versuchstemperatur bezogen. Der Diffusionscöefficient ist angegeben in $\frac{\text{Quadratmeter}}{\text{Stunde}}$.

Zur Bestimmung der niederen Temperaturen, diente dasselbe Thermometer, welches bei den Reibungsversuchen[1] benützt wurde. Zur Bestimmung der höheren Temperaturen, ein mit einem Normalthermometer das bei G. A. Lenoir und Forster gekauft, und mit dem Normalthermometer der meteorologischen Centralanstalt verglichen war, verglichenes Thermometer. Der Erstarrungspunkt des Paraffins wurde direct mit dem Normalthermometer bestimmt.

[1] Über die Abhängigkeit der Coëfficienten der inneren Reibung von der Temperatur. Sitzb. Bd. LXXI und Sitzb. Bd. LXXIII.

Kohlensäure — Luft.

Die Kohlensäure wurde aus Marmor mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure entwickelt, durch eine Lösung von kohlensaurem Natron gewaschen und durch concentrirte Schwefelsäure getrocknet.

Der Kohlensäuregehalt der Gasgemenge aus den beiden Hälften des Apparates wurde durch Absorption mit Kalikugeln bestimmt.

Versuche bei der Zimmertemperatur.

11. Versuch 25. Jänner. Diffusionszeit 1 Stunde 751·3 Mm., 9·3° C.

Anal. d. *oH*	Anal. d. *uH.*		
0·30171	0·70822	$u-o = 0·40575$	$kt = 0·053224$
0·30028	0·70527	$u+o = 1·00775$	
0·30100	0·70675	$\frac{u-o}{u+o} = 0·40264$	$k_{76} = 0·052618$

12. Versuch 26. Jänner. Diffusionszeit 1 Stunde 751·0 Mm., 8·3° C.

0·29572	0·70795	$u-o = 0·41281$	$kt = 0·051670$
0·29592	0·70930	$u+o = 1·00445$	
0·29582	0·70863	$\frac{u-o}{u+o} = 0·41098$	$k_{76} = 0·051468$

13. Versuch 27. Jänner. Diffusionszeit 1 Stunde 758·5 Mm., 8·2° C.

0·29258	0·70892	$u-o = 0·41385$	$kt = 0·051335$
0·29607	0·70744	$u+o = 1·00251$	
0·29433	0·70818	$\frac{u-o}{u+o} = 0·41282$	$k_{76} = 0·051234$

14. Versuch 28. Jänner. Diffusionszeit 1 Stunde 756·3 Mm., 8·7° C.

0·29960	0·70829	$u-o = 0·40942$	$kt = 0·052305$
0·29557	0·70572	$u+o = 0·00460$	
0·29759	0·70701	$\frac{u-o}{u+o} = 0·40774$	$k_{76} = 0·052051$

15. Versuch 29. Jänner. Diffusionszeit 1 Stunde 756·5 Mm. 8·7° C.

0·29887	0·71262	$u-o = 0·41221$	$kt = 0·051897$
0·29492	0·70660	$u+o = 1·00601$	
0·29690	0·70911	$\frac{u-o}{u+o} = 0·40976$	$k_{76} = 0·51659$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

16. und 17. Versuch sind die Analysen verdorben.

18. Versuch 3. Februar. Diffusionszeit 40 Minut., 757·9 Mm., 7·5° C.

0·23868	0·75824	$u-o = 0·52057$	$kt = 0·034041$
0·24264	0·76421	$u+o = 1·00189$	$k = 0·051062$
0·24066	0·76123	$\frac{u-o}{u+o} = 0·51960$	$k_{76} = 0·050921$

19. Versuch 4. Februar. Diffusionszeit 40 Minut., 758·3 Mm., 8·0° C.

0·25666	0·74541	$u-o = 0·48853$	$kt = 0·038776$
	0·74497	$u+o = 1·00185$	$k = 0·051701$
0·25666	0·74519	$\frac{u-o}{u+o} = 0·48763$	$k_{76} = 0·051587$

Es folgen nun zwei Versuche beim Schmelzpunkte des Paraffins, wovon der letztere unbrauchbar ist.

In den Stahlhahn wird das Rohr *U* eingeschraubt und der kleine Hahn H_2 eingesetzt. Der Hebel *N* zum Drehen des Hahnes *C* wird jetzt auch an dieser Seite angebracht.

22. Versuch 15. Februar. Diffusionszeit 40 Min., 748·8 Mm., 12·0° C.

0·24604	0·75563	$u-o = 0·51009$	$kt = 0·035615$
0·24669	0·75729	$u+o = 1·00283$	$k = 0·053426$
0·24637	0·75646	$\frac{u-o}{u+o} = 0·50870$	$k_{76} = 0·052636$

Versuche beim Schmelzpunkte des Paraffins.

20. Versuch 6. Februar. Diffusionszeit 45 Min., 751·5 Mm., 615° C.

0·29727	0·70138	$u-o = 0·40411$	$kt = 0·052842$
		$u+o = 0·99865$	
		$\frac{u-o}{u+o} = 0·40466$	$k_{76} = 0·070456$

23. bis 26. Versuch wurden mit Kältemischung ausgeführt, führten jedoch zu keinem Resultate.

27. Versuch 20. Februar. Diffusionszeit 46 Min., 742·9 Mm., 61·5° C.

0·31134	0·69420	$u-o = 0·38280$	$kt = 0·056202$
0·30973	0·69247	$u+o = 1·00388$	
0·31054	0 69334	$\frac{u-o}{u+o} = 0·38133$	$k_{76} = 0·073234$

28., 29., 30., 31. Versuch sind verdorben, zum Theil wegen des in den Apparat dringenden Paraffins.

32. Versuch 25. Februar. Diffusionszeit 46 Min., 749·3 Mm., 61·5° C.

0·30913	0·68970	$u-o = 0·38354$	$kt = 0·057096$
	0·69563	$u+o = 1·00180$	
0·30913	0·69267	$\frac{u-o}{u+o} = 0·38285$	$k_{76} = 0·073425$

34. Versuch 27. Februar. Diffusionszeit 40Min., 736·7 Mm., 61·5° C.

0·29032	0·71255	$u-o = 0·42169$	$kt = 0·049788$
0·28925	0·71040	$u+o = 1·00127$	
0·28979	0·71148	$\frac{u-o}{u+o} = 0·42133$	$k_{76} = 0·072388$

35. und 36. Versuch durch eindringendes Paraffin verdorben. Die Lederdichtung zwischen dem Stahlrohre und dem Hahnkörper wird durch eine Pappscheibendichtung ersetzt und diese mit grosser Gewalt angezogen. Von nun an dringt kein Paraffin mehr in den Apparat.

37. Versuch 3. März. Diffusionszeit 40 Min., 741·5 Mm., 61·5° C.

0 28870	0·71174	$u-o = 0·42403$	$kt = 0·049298$
0·28725	0·71242	$u+o = 0·99999$	
0·28798	0·71201	$\frac{u-o}{u+o} = 0·42407$	$k_{76} = 0·072147$

38. Versuch 3. März. Diffusionszeit 40 Min., 741·7 Mm., 61·5° C.

0·28961	0·71779	$u-o = 0·42655$	$kt = 0·049409$
0·29118	0·71610	$u+o = 1·00735$	
0·29040	0·71695	$\frac{u-o}{u+o} = 0·42345$	$k_{76} = 0·072330$

Die Versuche bei der Zimmertemperatur ergaben:

Versuch	$k_{(76)}$	t	$k_{(76\ 8°\,C.)}$
11.	0·052618	9·3° C.	0·052130
12.	51468	8·3	51357
13.	51234	8·2	51161
14.	52051	8·7	51791
15.	51658	8·7	51401
18.	50921	7·5	51102
19.	51587	8·0	51587
22.	52636	12·0	51166
		Mittelwerth..	0·0514628° C.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Versuche beim Schmelzpunkte des Paraffins gaben:

Versuch		
20.	0·070456	
27.	73117	
32.	73425	
34.	72388	
37.	72147	
38.	72330	
Mittelwerth.	0·072311	61·5° C.

Zur Correction des letzteren Werthes wegen Ausdehnung des Apparates durch die Wärme, hat man zu multipliciren mit dem Factor:

$$[1 + 0{\cdot}000012\ (61{\cdot}5—10)]^2 = 1{\cdot}0012,$$

das gibt:

$$k = 0{\cdot}072398.$$

Für den Exponenten des Temperaturfactors ergibt sich hiedurch:

$$n = 1{\cdot}968.$$

Wasserstoff—Sauerstoff.

Durch die Gasanalysen wird der in beiden Hälften des Apparates vorhandene Wasserstoff, durch einfaches Verpuffen mit dem in beiden Hälften überschüssigen Sauerstoff bestimmt.

Versuche bei der Zimmertemperatur.

40. Versuch 7. März. Diffusionszeit 20 Min., 749·2 Mm., 12·8° C.

0·37818	0·61900	$o—u = 0{\cdot}24816$	$kt + 0{\cdot}089155$
0·36605	0·61786	$o+u = 0{\cdot}98916$	
0·36727	0·61916		
0·37050	0·61866	$\frac{o—u}{o+u} = 0{\cdot}25088$	$k_{76} = 0{\cdot}26366$

41. Versuch 8. März. Diffusionszeit 20 Min., 754·1 Mm., 13·3° C.

0·37349	0·62394	$o—u = 0{\cdot}25131$	$kt = 0{\cdot}088836$
0·37275	0·62410	$o+u = 0{\cdot}99755$	
	0 62526		
0·37312	0·62443	$\frac{o—u}{o+u} = 0{\cdot}25193$	$k_{76} = 0{\cdot}26444$

42. Versuch 9. März. Diffusionszeit 20 Min., 760·5 Mm., 13·1° C.

0·37255	0·62536	$o-u = 0·25099$	$kt = 0·088955$
0·37427	0·62243	$o+u = 0·99781$	
0·37341	0·62440	$\frac{o-u}{o+u} = 0·25154$	$k_{76} = 0·26704$

Versuche beim Schmelzpunkte des Paraffins.

45. Versuch 11. März. Diffusionszeit 15 Min., 750·3 Mm., 61·5° C.

Das Gas aus der oberen Hälfte konnte eines Versehens halber nicht aufgefangen werden.

0·37147	$o-u = 0·25418$	$kt = 0·088162$
0·37435	$o+u = 1·00000$	
0·37291	$\frac{o-u}{o+u} = 0·25418$	$k_{76} = 0·34815$

46. Versuch 11. März. Diffusionszeit 14 Min., 749·5 Mm., 61·5° C.

0·36473	0·63683	$o-u = 0·27227$	$kt = 0·083014$
0·36433	0·63676	$o+u = 1·00133$	
0·36453	0·63680	$\frac{o-u}{o+u} = 0·27199$	$k_{76} = 0·35086$

47. Versuch 11. März. Diffusionszeit 17 Min., 750·6 Mm., 61·5° C.

0·38924	0·60867	$o-u = 0·21962$	$kt = 0·099248$
0·39081	0·61063	$o+u = 0·99968$	
0·39003	0·60965	$\frac{o-u}{o+u} = 0·21969$	$k_{76} = 0·34596$

Versuch	k_{76}	t	Mittelwerthe	
40.	0·26366	12·8° C.		
41.	0·26444	13·3		
42.	0·26704	13·1	0·26505	13·1° C.
45.	0·34815	61·5		
46.	0·35086	61·5		
47.	0·34596	61·5	0·34832	61·5° C.

Der für 61·5° C. gefundene Werth des Diffusionscoëfficienten wegen der Längenänderung des Apparates corrigirt, gibt 0·34874 und damit findet man $n = 1·755$.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Kohlensäure—Stickoxydul.

Das Stickoxydul wurde aus salpetersaurem Ammoniak dargestellt und durch Natronlauge und Eisenvitriol gewaschen; es erfüllte die obere Hälfte des Apparates.

Bei den Analysen wurde die Kohlensäure durch Absorption mittelst Kalikugeln bestimmt.

Versuche bei der Zimmertemperatur.

53. Versuch 19. März. Diffusionszeit 80 Min., 752·7 Mm., 10·6° C.

0·28348	$u-o = 0·43054$	$kt = 0·048152$	
0·28597	$u+o = 1·00000$		
0·28473	$\frac{u-o}{u+o} = 0·43054$	$k_{76} = 0·035768$	

54. Versuch 19. März. Diffusionszeit 80 Min., 749·6 Mm., 11·5° C.

0·28802	$u-o = 0·42608$	$kt = 0·048939$	
0·28590	$u+o = 1·00000$		
0·28696	$\frac{u-o}{u+o} = 0·42608$	$k_{76} = 0·036202$	

Bei diesen beiden Versuchen wurde blos das Gas analysirt, welches sich in der oberen Hälfte befand. Beide Male unterlief beim Ausleeren der unteren Hälfte ein Versehen.

56. Versuch 21. März. Diffusionszeit 80 Min., 747·8 Mm., 10·8° C.

0·71719	0·28609	$u-o = 0·43160$	$kt = 0·048063$	
0·71567	0·28359	$u+o = 1·00128$		
0·71644	0·28484	$\frac{u-o}{u+o} = 0·43105$	$k_{76} = 0·035468$	

57. Versuch 22. März. Diffusionszeit 2 Stund., 748·7 Mm., 10·1° C.

0·66018	0·34620	$u-o = 0·31324$	$kt = 0·072600$	
0·65722	0·34471	$u+o = 1·00416$		
0·65870	0·34546	$\frac{u-o}{u+o} = 0·31194$	$k_{76} = 0·035761$	

Versuche beim Schmelzpunkte des Paraffins.

58. Versuch 23. März. Diffusionszeit 80 Min,, 754·9 Mm., 61·5° C.

0·66974	0·33518	$u-o = 0·33591$	$kt = 0·067277$	
0·67016	0·33298	$u+o = 1·00399$		
0·66995	0·33404	$\frac{u-o}{u+o} = 0·33458$	$k_{76} = 0·050236$	

59. Versuch 23. März. Diffusionszeit 80 Min., 754·7 Mm., 61·5° C.

0·66796	0 33340	$u-o = 0·33645$	$kt = 0·067100$
0·67160	0·33345	$u+o = 1·00331$	
0·66988	0·33343	$\frac{u-o}{u+o} = 0·33535$	$k_{76} = 0·049975$

Die bei der Zimmertemperatur ausgeführten Beobachtungen auf 11° C. reducirt, gaben:

Versuch		
53.	0·035873	
54.	0·036069	
56.	0·035521	
57.	0·035998	
Mittelwerth..	0·035865	11° C.

Die Versuche beim Schmelzpunkte des Paraffins gaben:

Versuch		
58.	0·050236	
59.	0·049975	
Mittelwerth..	0·050106	61·5° C.

Wegen der Längenänderung des Apparates corrigirt, wird dieser Werth 0·050166 und damit $n = 2·0504$.

Wasserstoff—Kohlensäure.

Bei den Analysen wird die Kohlensäure durch Absorption mittelst Kalikugeln bestimmt.

Versuche bei der Zimmertemperatur.

61. Versuch 25. März. Diffusionszeit 20 Min., 750·9 Mm., 10·7° C.

0·66487	0·34214	$u-o = 0·32270$	$kt = 0·070667$
0·66636	0·34370	$u+o = 1·00854$	
0·66562	0·34292	$\frac{u-o}{u+o} = 0·31997$	$k_{76} = 0·20840$

62. Versuch 25. März. Diffusionszeit 20 Min., 750·7 Mm., 10·7° C.

0·66593	0·34283	$u-o = 0·32258$	$kt = 0·070788$
0·66640	0·34436	$u+o = 1·00976$	
0·66617	0·34359	$\frac{u-o}{u+o} = 0·31946$	$k_{76} = 0·20853$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

66. Versuch 27. März. Diffusionszeit 15 Min., 744·3 Mm., 13·1° C.

0·65990	0·34563	$u-o = 0·31361$	$kt = 0·072663$
	0·34696	$u+o = 1·00619$	
0·65990	0·34629	$\frac{u-o}{u+o} = 0·31168$	$k = 0·21349$

Versuche beim Schmelzpunkte des Paraffins.

63. Versuch 26. März. Diffusionszeit 15 Min., 747·1 Mm., 61·5° C.

0·66186	0·33923	$u-o = 0·32311$	$kt = 0·070190$
0·66470	0·34110	$u+o = 1·00345$	
0·66328	0·34017	$\frac{u-o}{u+o} = 0·32199$	$k_{76} = 0·27740$

64. Versuch 26. März. Diffusionszeit 15 Min., 746·3 Mm., 61·5° C.

0·66191	0·34216	$u-o = 0·32181$	$kt = 0·070524$
0·66370	0·33986	$u+o = 1·00383$	
0·66282	0·34101	$\frac{u-o}{u+o} = 0·32058$	$k_{76} = 0·27865$

Die Beobachtungen bei der Zimmertemperatur auf 10·7° C. reducirt, gaben:

Versuch		
61.	0·20840	
62.	0·20853	
66.	0·20989	
Mittel.	0·20894,	10·7° C.

Die Versuche beim Schmelzpunkte des Paraffins gaben im Mittel 0·27803, dieser Werth wegen der Längenänderung des Apparates mit der Temperatur corrigirt, gibt 0·27836. Damit erhält man für $n = 1·742$.

Sauerstoff — Stickstoff.

Der Stickstoff wurde durch gelindes Erwärmen einer Mischung gleicher Volumstheile der concentrirten Lösungen von salpetrigsaurem Kali und Salmiak dargestellt, durch verdünnte Schwefelsäure und zweimal durch Eisenvitriollösung geleitet, um ihn vom beigemengten Ammoniak und Stickoxyd zu befreien. Bei den ersten Versuchen mit Stickstoff dürfte die Beimengung von Stickoxyd eine grössere gewesen sein, als bei den späteren Versuchen.

Durch die Analysen wurde der Sauerstoff im Verbrennungseudiometer durch Zuleiten von Wasserstoff und Verpuffen bestimmt.

Versuche bei der Zimmertemperatur.

67. Versuch 28. März. Diffusionszeit 1 Stunde, 746·9 Mm., 12·4° C.

0·65663	0·34531	$u-o = 0·31584$	$kt = 0·071420$
0·65560	0·34191	$u+o = 0·99690$	
0·65687	0·33683		
	0·33818		
0·65637	0·34053	$\frac{u-o}{u+o} = 9·31682$	$k_{76} = 0·070189$

68. Versuch 30. März. Diffusionszeit 1 Stunde, 740·0 Mm., 13·0° C.

0·65728	0·34084	$u-o = 0·31811$	$kt = 0·070971$
0·65898	0·33921	$u+o = 0·99815$	
0·65813	0·34002	$\frac{u-o}{u+o} = 0·31870$	$k_{76} = 0·069103$

69. Versuch 31. März. Diffusionszeit 1 Stunde, 737·5 Mm., 13·0° C.

0·66743	0·34233	$u-o = 0·31568$	$kt = 0·072190$
0·64875	0·34912	$u+o = 1·00648$	
0·66473	0·34945		
0·66340	0·34071		
0·66108	0·34540	$\frac{u-o}{u+o} = 0·31363$	$k_{76} = 0·070055$

72. Versuch 5. April. Diffusionszeit 80 Min., 734·0 Mm., 14·3° C.

0·61551	0·38346	$u-o = 0·23132$	$kt = 0·095300$
	0·38352	$u+o = 0·99970$	
	0·38560		
0·61551	0·38419	$\frac{u-o}{u+o} = 0·23110$	$k_{76} = 0·069030$

Versuche beim Schmelzpunkte des Paraffins.

78. Versuch 9. April. Diffusionszeit 40 Min., 736·7 Mm., 61·5° C.

0·68487	0·32229	$u-o = 0·36446$	$kt = 0·061300$
0·68641	0·32008	$u+o = 1·00682$	
0·68564	0·32118	$\frac{u-o}{u+o} = 0·36198$	$k_{76} = 0·089125$

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

79. Versuch 9. April Diffusionszeit 40 Min., 737·0 Mm., 61·5° C.

0·68545	0·32892	$u-o = 0·34545$	$kt = 0·064935$
0·67247	0·32931	$u+o = 1·00115$	
0·66797	0·32532		
0·65770			
0·68293			
0·67330	0·32785	$\frac{u-o}{u+o} = 0·34505$	$k_{76} = 0·094456$

80. Versuch 9. April. Diffusionszeit 40 Min., 737·0 Mm., 61·5° C

0·67801	0·32568	$u-o = 0·35432$	$kt = 0·063491$
0·68100	0·32587	$u+o = 1·00752$	
0·68377	0·32825		
0·68092	0·32660	$\frac{u-o}{u+o} = 0·35168$	$k_{76} = 0·092358$

82. Versuch 12. April. Diffusionszeit 1 Stunde, 745·3 Mm., 61·5° C.

0·62505	0·38248	$u-o = 0·23865$	$kt = 0·093230$
0·61824	0·38404	$u+o = 1·00375$	
0·62034	0·38112		
0·62120	0·38255	$\frac{u-o}{u+o} = 0·23776$	$k_{76} = 0·091428$

83. Versuch 12. April. Diffusionszeit 1 Stunde, 744·4 Mm., 61·5° C.

0·61602	0·38211	$u-o = 0·23284$	$kt = 0·094483$
0·60930	0·37783	$u+o = 0·99546$	
0·61714	0·38399		
0·61415	0·38131	$\frac{u-o}{u+o} = 0·23390$	$k_{76} = 0·092535$

Die Versuche bei der Zimmertemperatur gaben:

Versuch		
67.	0·070189	12·4° C.
68.	0·069103	13·0
69.	0·070055	13·0
72.	0·069030	14·3
Im Mittel..	0·069594	13·2° C.

Fig. 1.

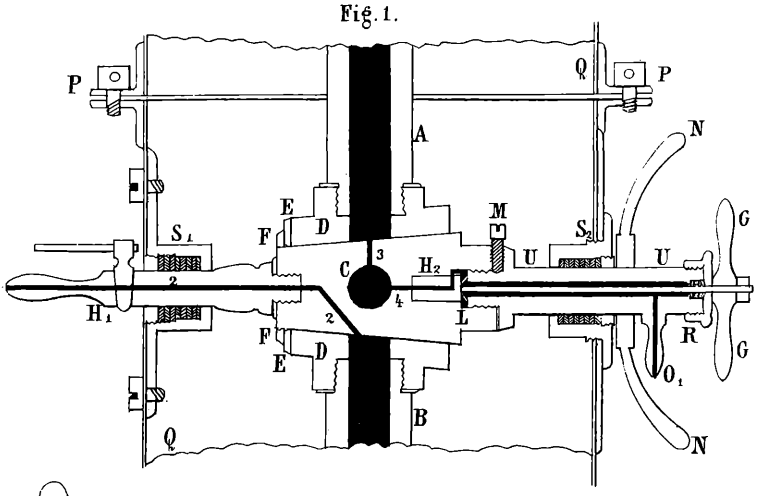
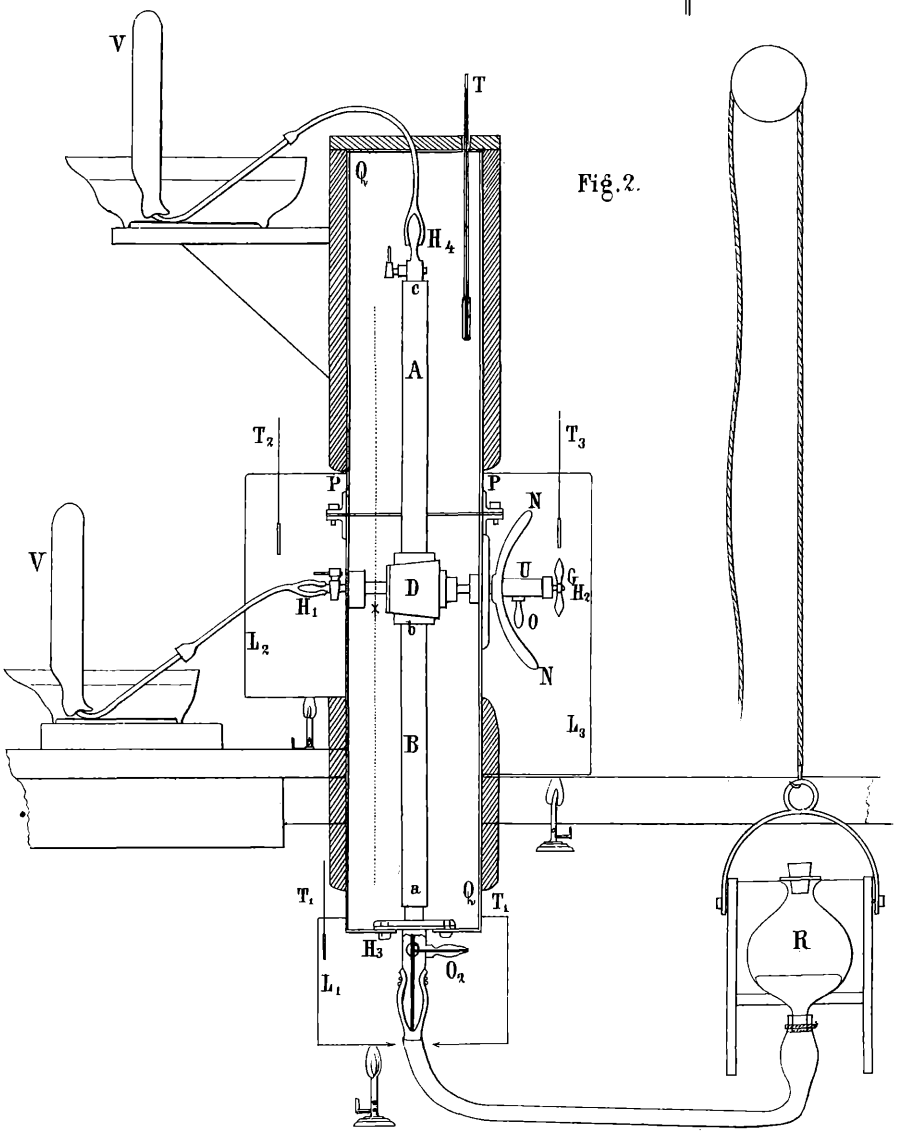
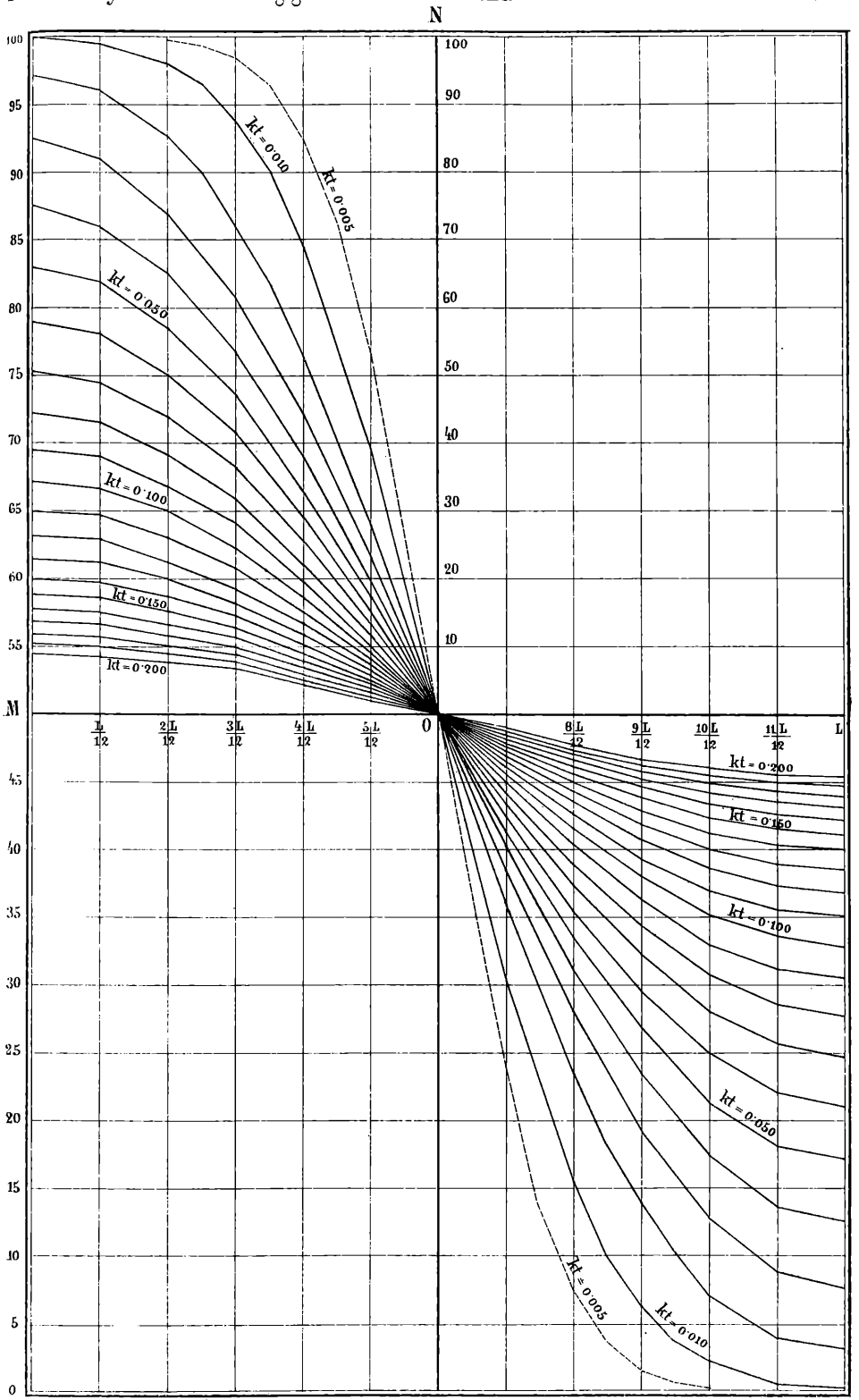


Fig. 2.



Lith. v. F. Schmia
Druck v. J. Wagner in Wien

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at



Lith. v. F. Schima

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Die Versuche beim Schmelzpunkte des Paraffins gaben:

Versuch		
78.	0·089125	
79.	0·094456	
80.	0·092358	
82.	0·091428	
83.	0·092535	
Im Mittel..	0·091980	61·5° C.

wegen Längenänderung des Apparates corrigirt 0·092090 und damit den Factor $n = 1·795$.